

ULTRASONIC WAVE CONVERTER ARRAY

Patent number: JP7193896
Publication date: 1995-07-28
Inventor: HARUTOMUUTO BARUTERUTO; EKERUTO BARUTOSHIYU; PEETAA KUREEMAA
Applicant: SIEMENS AG
Classification:
 - international: **A61B8/00; H01L41/09; H04R1/32; H04R1/40; H04R17/00; A61B8/00; H01L41/09; H04R1/32; H04R1/40; H04R17/00;** (IPC1-7): H04R17/00; A61B8/00; H01L41/09
 - european: H04R1/32; H04R1/40; H04R17/00
Application number: JP19940253087 19940921
Priority number(s): DE19934332429 19930923; US19940311376 19940923

Also published as:



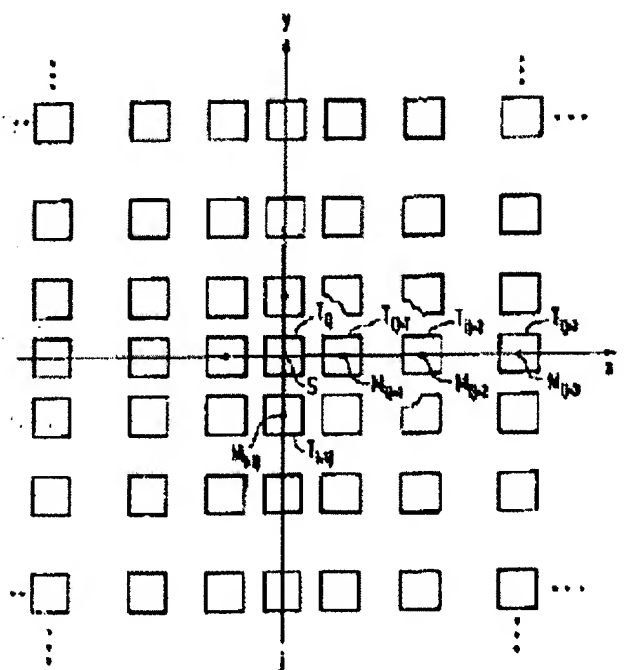
DE4428500 (A1)

Report a data error here

Abstract of JP7193896

PURPOSE: To reduce the number of converter elements by increasing the (x) coordinate of the central point of a converter element outward between the central points of adjacent converter elements so as to keep the definite integral of a function $f(x)$ over (x) is constant.

CONSTITUTION: A row (i) and a column (j) of an $M \times N$ matrix located in an orthogonal coordinate system provided with an origin S, (x) and (y) axes are formed by the converter element T_{ij} . The row (i) is extended in the (x) direction and the column (j) is extended in the (y) direction. Intervals between the centers of the adjacent converter elements, e.g. (M_{ij} and M_{ij+1}), (M_{ij+1} and M_{ij+2}), and (M_{ij+2} and M_{ij+3}) monotonically increases outward. Consequently, a function $f(x)$ for the row (i) and a function $g(y)$ for the column (j) may be selected such that they are, respectively an even function with respect to the center S of, symmetry i.e., $f(x)=f(-x)$ and $g(y)=g(-y)$, and decreases strictly monotonously with the increase in the absolute values $|x|$ and $|y|$.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

100

100

100

100

100

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平7-193896

(43)公開日 平成7年(1995)7月28日

(51)IntCl. ⁶	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 4 R 17/00	3 3 2 B			
A 6 1 B 8/00		9361-4C		
H 0 1 L 41/09			H 0 1 L 41/ 08	C

審査請求 未請求 請求項の数4 F D (全 5 頁)

(21)出願番号 特願平6-253087

(22)出願日 平成6年(1994)9月21日

(31)優先権主張番号 P 4 3 3 2 4 2 9 . 0

(32)優先日 1993年9月23日

(33)優先権主張国 ドイツ (D E)

(71)出願人 390039413

シーメンス アクチエンゲゼルシャフト
SIEMENS AKTIENGESEL
LSCHAFT
ドイツ連邦共和国 ベルリン 及び ミュ
ンヘン (番地なし)

(72)発明者 ハルトムート バルテルト

ドイツ連邦共和国 91056 エルランゲン
ヘルフレツケンシュトラッセ 38

(72)発明者 エケルト バルトシュ

ドイツ連邦共和国 91052 エルランゲン
アウフゼスシュトラッセ 14

(74)代理人 弁理士 富村 潔

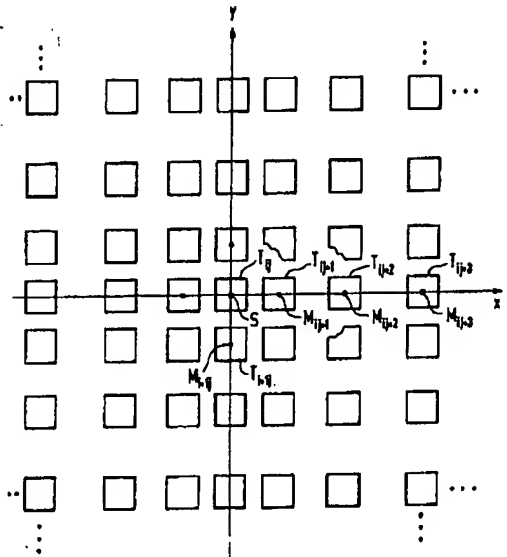
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 超音波変換器アレイ

(57)【要約】

【目的】 変換器要素 T_{ij} の x 方向に延びている少なくとも1つの行 i と y 方向に延びている列 j とを有する超音波変換器アレイにおいて、その変換器要素の数が等しい面積および変換器要素の等間隔配置を有するアレイと比較して減ぜられており、また同時に放射特性が著しく悪化されていない超音波変換器アレイを提供する。

【構成】 隣接する変換器要素 T_{ij} および T_{ij+1} の中心点 M_{ij} および M_{ij+1} の間隔が各行 i のなかで、
a) 座標 $x=0$ および $y=0$ を有する対称中心 S に関して偶関数であり、また両側に向かって単調に下降する x 方向の関数 $f(x)$ が定められており、b) 各行 i 中の変換器要素 T_{ij} の中心点 M_{ij} の x 座標が、隣接する変換器要素 T_{ij} および T_{ij+1} の中心点 M_{ij} および M_{ij+1} の間で x に関する関数 $f(x)$ の定積分が少なくとも近似的に一定であるように選ばれている、という規則に従って単調に外方に増大する。



1

【特許請求の範囲】

【請求項1】 変換器要素 (T_{ij}) の x 方向に延びている少なくとも1つの行 (i) と y 方向に延びている列 (j) とを有する超音波変換器アレイにおいて、隣接する変換器要素 (T_{ij} および T_{ij+1}) の中心点 (M_{ij} および M_{ij+1}) の間の間隔が各行 (i) 中において、
 a) 座標 $x=0$ および $y=0$ を有する対称中心 (S) に関して偶関数であり、また両側に向かって単調に下降する x 方向の関数 $f(x)$ が定められており、
 b) 各行 (i) 中の変換器要素 (T_{ij}) の中心点 (M_{ij}) の x 座標が、隣接する変換器要素 (T_{ij} および T_{ij+1}) の中心点 (M_{ij} および M_{ij+1}) の間で x に関する関数 $f(x)$ の定積分が少なくとも近似的に一定であるように選ばれているという規則に従って単調に外方に増大することを特徴とする超音波変換器アレイ。

【請求項2】 関数 $f(x)$ が三角関数、Hanning-、Hamming-、Riesz-、De la Vall-Puissin-、Tukey-、Bohman-、Poisson-、Hanning-Poisson-、Cauchy-、Gauss-、Dolph-Chebyshev-、Kaiser-Bessel-、Barilon-Femes-、Exact-Blackman-、Blackman-、Minimum-3-Sample-Blackman-Harris-またはMinimum-4-Sample-Blackman-Harris-関数の群から選ばれていることを特徴とする請求項1記載の超音波変換器アレイ。

【請求項3】 隣接する変換器要素 (T_{ij} または T_{ij+1}) の中心点 (M_{ij} および M_{ij+1}) の間の間隔が各列 (j) 中においても、

a) 対称中心 (S) に関して偶関数であり、また両側に向かって単調に下降する y 方向の関数 $g(y)$ が定められており、
 b) 各行 (i) 中の変換器要素 (T_{ij}) の中心点 (M_{ij}) の y 座標が、隣接する変換器要素 (T_{ij} および T_{ij+1}) の中心点 (M_{ij} および M_{ij+1}) の間で y に関する関数 $g(y)$ の定積分が各列 (j) に対して少なくとも近似的に一定であるように選ばれているという規則に従って単調に外方に増大することを特徴とする請求項1または2記載の超音波変換器アレイ。

【請求項4】 関数 $g(y)$ が三角関数、Hanning-、Hamming-、Riesz-、De la Vall-Puissin-、Tukey-、Bohman-、Poisson-、Hanning-Poisson-、Cauchy-、Gauss-、Dolph-Chebyshev-、Kaiser-Bessel-、Barilon-Femes-、Exact-Blackman-、Blackman-、Minimum-3-Sample-Blackman-Harris-またはMinimum-4-Sample-Blac

2

kman-Harris-関数の群から選ばれていることを特徴とする請求項3記載の超音波変換器アレイ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は超音波変換器アレイに関する。

【0002】

【従来の技術】 医学超音波診断技術においては、人体の腔領域が超音波パルスにより照射され、また反射された超音波エコーパルスから信号処理ユニットにより、人体を通る二次元 (2D) 断面に相当する超音波像が構成される。超音波パルスの送信および受信のためにこれまでは主として、電子制御装置により予め定められた位相遅延を受けて駆動される圧電変換素子の一次元 (1D) の特に直線状のアレイが使用されている。このような位相遅延を受けて駆動される直線状アレイによりアレイ表面に対する法線およびアレイの長手方向軸線により張られる平面内で揺動可能でありかつ焦点合わせ可能である超音波放射を送信かつ受信することができる。法線に対して相対的に測定された超音波放射に対する揺動角は一般に、変換器素子が小さければ小さいほど大きい。変換器素子の間隔は、追加的な回折パターン (サイドローブ) を回避するため、一般に全アレイにわたり均等に超音波の波長の半分にほぼ等しく選ばれ、またたとえば3.5 MHzの超音波周波数の際には約0.2mmである。他方において、十分な超音波振幅および放射の正確な焦点合わせを達成するため、直線状アレイの特定の最小長さが必要である。変換器素子の最大間隔およびアレイの最小長さというこれらの両要求からアレイに対する変換器素子の最小数はたとえば64であり、この最小数を下回ってはならない。

【0003】 1Dアレイとならんで、個々の一般に長方形形状の変換器素子から構成されている二次元 (2D) アレイ、特にマトリックス状の超音波変換器アレイも知られている。マトリックス状変換器アレイはたとえばドイツ特許第 C-3437862号明細書および対応する米国特許第 4683396号明細書またはドイツ特許出願公開第 A-3733776号明細書および対応する米国特許第 4801835号明細書から公知である。いまマトリックスアレイの変換器素子を相応の予め定められた位相遅延により駆動すると、直線状アレイと異なり、ただ1つの角度方向だけではなく2つの角度方向に揺動可能でありかつ焦点合わせ可能である超音波放射を発生しかつ検出することができる。こうしてより高い像分解能が達成される。十分に大きい空間角度範囲を超音波放射により通過し得るためには、直線状アレイの場合と同様に正方形アレイ、すなわち $N=M$ 、および3.5 MHzの検査周波数の際にはたとえば約0.2mmの最大相互間隔および約 $20 \times 20 \text{ mm}^2$ の2Dアレイの最小面積 (開口) の条件が満たされていなければならない。それによって、たとえば 64×64

=4096であり得る変換器素子の最小数が2Dアレイに対しても必要となる。

【0004】このように変換器素子の数が多く、また小さい寸法を必要とする際には、変換器素子の製造および接続に問題が生じ、また制御信号および像信号の伝達のために多数の制御線およびデータ線を必要とするという問題が生ずる。従って、2Dアレイの放射特性を著しく悪化することなしに、変換器素子の数を減じ得る方策が求められている。

【0005】「米国電気電子学会論文集・超音波フェロエレクトロニクスおよび周波数制御編」第38巻、第4号、1991年7月、第320～333頁から、心電図用として典型的な10×10mmの正方形の開口および正方形の等間隔に配置された変換器素子を有する超音波変換器マトリックスが公知である。変換器素子の間隔が半波長よりも小さいので、この変換器マトリックスの放射特性においてサイドローブは実際上完全に抑制されている。超音波変換器マトリックスのこの実施例から出発して、変換器要素の数を減じ得る2つの可能性が知られている。第1の可能性では、もともとの正方形の辺の長さに相当する直径を有する円形の開口を有する変換器アレイが生ずるように、マトリックスのコーナーに位置する変換器要素が除去される。その際に変換器要素の間隔は不変であり、従ってサイドローブがさらに抑制されている。しかし主ローブは若干広くなる。第2の可能性は、マトリックスアレイから統計的な選択により変換器要素を除去することにある。それにより変換器要素の平均間隔が増大し、また主ローブの強さがアレイ中にとどまる変換器要素の数の減少と共に高まる。

【0006】米国特許第2928068号明細書から、セラミックブロックを有する圧力波変換器が知られている。セラミックブロックの互いに向かい合う面に電極が、電極の間に相異なっており圧電的に能動化される範囲が生ずるように配置されている。この範囲の分極度はセラミックブロックの中心から外方へ減少する。

【0007】「ジャーナル・オブ・ディ・アコースティカル・ソサイエティ・オブ・アメリカ (Journal of the Acoustical Society of America)」第49巻、第5号(第2部)、1971年5月、第1668～1669頁から、中実の水晶ブロックを有する超音波変換器が知られている。特別な電極配置により水晶ブロックのなかで、放射される超音波放射の振幅の水晶ブロックの中心に極大を有するガウス分布が発生される。

【0008】ドイツ特許第C-3334090号明細書および対応する米国特許第4518889号明細書から、棒状の並列に配置された変換器要素を有する超音波変換器アレイが知られている。変換器要素の間隔は中心点または中心線の両側で外方に、アレイの有効表面の音響波反応、従ってまた分極が中心点または中心線からの間隔の増大と共にガウス関数に従って減少するように増大する。

【0009】米国特許第2837728号明細書から、均等に電気的に励起される等しい多数の変換器要素を有する超音波変換器アレイが知られている。変換器要素の間隔はマトリックス状のアレイでは対称軸としての中心線から、また円形のアレイでは中心点から、外方に数学的規則である間隔 $=K \cdot \sec(n \cdot \theta)$ に従って増大する。ここでKは定数、 θ は約 10° の一定の角度、またnは中心点または中心線から計算された変換器要素の数である。

【0010】

【発明が解決しようとする課題】本発明の課題は、その変換器要素の数が等しい面積および変換器要素の等間隔配置を有するアレイと比較して減ぜられており、また同時に放射特性が著しく悪化されていない超音波変換器アレイを提供することにある。

【0011】

【課題を解決するための手段】この課題は、本発明によれば、請求項1の特徴部分により解決される。各行(x方向)中の変換器要素の間隔は、(a)座標 $x=0$ および $y=0$ を有する対称中心(S)に関して偶関数であり、また両側に向かって単調に下降するx方向の関数 $f(x)$ が定められており、(b)各行中の変換器要素 T_{ij} の中心点 M_{ij} のx座標が、隣接する変換器要素 T_{ij} および T_{ij+1} の中心点 M_{ij} および M_{ij+1} の間でxに関する関数 $f(x)$ の定積分が少なくとも近似的に一定であるように選ばれているという規則に従って単調に外方に増大する。

【0012】このことは、 x_{ij} が変換器要素 T_{ij} の中心点 M_{ij} のx座標、また x_{ij+1} が変換器要素 T_{ij+1} の中心点 M_{ij+1} のx座標であれば、式

【数1】

$$\int_{x_{ij}}^{x_{ij+1}} f(x) dx \approx \text{一定}$$

として表され得る。定積分

【数2】

$$\int_{x_{ij}}^{x_{ij+1}} f(x) dx$$

は横軸(x軸)と関数 $f(x)$ のグラフならびに $x=x_{ij}$ および $x=x_{ij+1}$ により定められる両直線との間の面積に相当する。超音波変換器アレイはただ1つの行を有する直線アレイであってもよいし、多数の行を有する二次元、特にマトリックス状のアレイであってもよい。

【0013】その際に本発明は、アレイの感度がその縁部において本発明による変換器要素の中心点間隔の変化

5

により、放射特性を著しく悪化させることなしに、すなわちサイドローブを著しく大きくしたり主ローブを著しく広くしたりすることなしに、減ぜられ得るという認識に基づいている。

【0014】二次元アレイの実施例では、好ましくは、各列（ y 方向）において隣接する変換器要素の間隔も列に対する相応の関数 $g(y)$ により行中の規則と等しい規則に従って単調に外方に増大する。すなわち、 y_{ij} が変換器要素 T_{ij} の中心点 M_{ij} の y 座標、また y_{ij+1} が変換器要素 T_{ij+1} の中心点 M_{ij+1} の y 座標であれば、

【数3】

$$\int_{y_{ij}}^{y_{ij+1}} g(y) dy \approx \text{一定}$$

である。

【0015】関数 $f(x)$ および/または $g(y)$ としては好ましくは三角関数、Hanning-、Hanning-、Riesz-、De la-Vall-Puissin-、Tukey-、Bohman-、Poisson-、Hanning-Poisson-、Cauchy-、Gauss-、Doph-Chebyshev-、Kaiser-Bessel-、Bariloon-Femes-、Exact-Blackman-、Blackman-、Minimum-3-Sample-Blackman-Harris-またはMinimum-4-Sample-Blackman-Harris-関数が用意されている。これらの関数は信号認識に应用される離散的フーリエ変換による高調波スペクトル解析の理論的研究の枠内で知られている（「プロシーディングス・オブ・ディ・アイ・イー・イー・イー（Proceedings of the IEEE）」第66巻、第1号、1978年7月、第51～83頁参照）。これらの関数のフーリエ変換は際立った主ローブおよび比較的小さいサイドローブを有する。この特性は本発明によるこの有利な実施態様で放射特性に対して利用される。

【0016】

【実施例】図1にはマトリックス状の超音波変換器アレイの実施例が示されている。この図面はこのような変換器マトリックスの対称中心 S の周りの中央範囲の一部分の概要である。変換器要素は符号 T_{ij} を付されており、また好ましくは正方形の形状を有する。変換器要素 T_{ij}

6

により原点 $S = (0, 0)$ および x 軸および y 軸を有する直角 (x, y) 座標計に位置する $M \times N$ マトリックスの行 i および列 j が形成されている（ここで $1 \leq i \leq M$ かつ $1 \leq j \leq N$ ）。行 i は x 方向に、また列 j は y 方向に延びている。超音波変換器マトリックスは正方形（すなわち行の数 M が列の数 N に等しい）であってもよいし、長方形（すなわち行の数 M が列の数 N と異なっている）であってもよい。隣接する変換器要素、たとえば M_{ij} および M_{ij+1} 、 M_{ij+1} および M_{ij+2} ならびに M_{ij+2} および M_{ij+3} の中心点の間隔は外方に常によります増大する。そのために行 i に対する関数 $f(x)$ および列 j に対する関数 $g(y)$ として、それぞれ対称中心 S に関して偶関数、すなわち $f(x) = f(-x)$ または $g(y) = g(-y)$ であり、また絶対値 $|x|$ または $|y|$ の増大と共に厳密に単調に減少する関数が選ばれる。それによってこれらの関数 $f(x)$ および $g(y)$ は、この実施例では設定可能な最大値 $\pm x_{\max}$ または $\pm y_{\max}$ において消滅する、すなわち $f(x_{\max}) = f(-x_{\max}) = 0$ または $g(y_{\max}) = g(-y_{\max}) = 0$ である窓関数である。窓関数の縁部 $\pm x_{\max}$ または $\pm y_{\max}$ は正または負の関数値に位置してよい。

【0017】好ましくは両関数 f および g は等しい。すなわち実独立変数 z に対して $f(z) = g(z)$ である。

【0018】対称中心 S は図示されている実施例では変換器要素 T_{ij} の中心点 M_{ij} と合致しているが、個々の変換器要素の外側に位置してもよい。

【0019】変換器要素 T_{ij} の中心点 M_{ij} の間隔に対する前記の規則から、少なくとも列 j の数は3よりも大きく、また好ましくは行 i の数 M よりも大きい。

【0020】変換器要素 T_{ij} の中心点 M_{ij} の間の間隔は概要しか示されておらず、また実験的に後で若干補正することもできる。

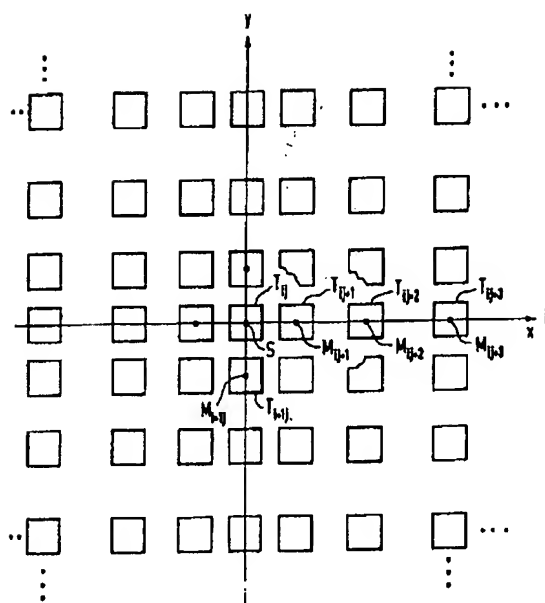
【図面の簡単な説明】

【図1】本発明によるマトリックス状の超音波変換器アレイの実施例の対称中心の周りの中央範囲の一部分の概要図。

【符号の説明】

T_{ij}	変換器要素
M_{ij}	中心点
S	対称中心
i	行
j	列

【図1】



フロントページの続き

(72)発明者 パーター クレーマー

ドイツ連邦共和国 91052 エルランゲン

メメルシユトラーセ 39